

การอบแห้งเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกโดยเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อน

Drying of Paddy Seed Using Heat Pump Dryer

กิตติคุณ ปิตุพรหมพันธุ์^{1*}, ณัฐพล ภูมิสะอาด², ละมุล วิเศษ²

Kittikun Pituprompan^{1*}, Nattapol Poomsa-ad², Lamul Wiset²

Received : 15 October 2012 ; Accepted : 10 December 2012

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาร้อยละการงอกของเมล็ดพันธุ์หลังการอบแห้งและสมรรถนะของเครื่องอบแห้งชนิดปั๊มความร้อน อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งคือ 45 50 และ 55 °C ที่ความเร็วลม 0.5 เมตรต่อวินาที การอบแห้งใช้ข้าวเปลือกพันธุ์ กข 6 ความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 23 มาตรฐานเปียก อบแห้งจนกระทั่งความชื้นของข้าวเปลือกเหลือร้อยละ 10 มาตรฐานเปียก แล้วสุ่มตัวอย่างไปทดสอบร้อยละการงอก จากผลการศึกษาพบว่า การอบแห้งที่อุณหภูมิของอากาศ 45 50 และ 55 °C มีผลทำให้การงอกของเมล็ดพันธุ์เป็นร้อยละ 92 87 และ 78 ตามลำดับ สำหรับค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (SEC) พบว่าการอบแห้งเมล็ดข้าวเปลือกที่อุณหภูมิ 45 °C มีค่าสูงกว่าที่อุณหภูมิ 50 และ 55 °C ตามลำดับ

คำสำคัญ: การงอก เมล็ดพันธุ์ เครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อน ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ

Abstract

This research paper aims to investigate the percentage of seed germination after drying and the performance of the heat pump dryer. The temperatures of 45, 50 and 55 °C were used for drying with the air velocity of 0.5 m/s. Paddy cv RD6 with initial moisture content of 23% wet basis was dried until the final moisture content down to approximately 10% wet basis. Then, a sample was taken to determine the germination percentage. The experimental result found that the drying at air temperature of 45, 50 and 55 °C gave the percentage of germination as 92, 87 and 78, respectively. For the specific energy consumption (SEC), it was found that the drying at 45 °C had the higher SEC value than that drying at 50 and 55 °C.

Keywords: Germination, seed, heat pump dryer, specific energy consumption

บทนำ

เมล็ดพันธุ์ (seed) หมายถึง เมล็ดพืชที่มีชีวิต เมื่อนำไปเพาะปลูกในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการงอกของเมล็ดนั้นก็จะงอกเป็นต้นพืชที่สมบูรณ์ในแปลงเพาะปลูกได้ แตกต่างจากเมล็ดพืช หรือเมล็ดธรรมา (grain) โดยทั่วไป ซึ่งจะหมายถึงเมล็ดพืชที่ใช้ประโยชน์ในการบริโภค หรือเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมไม่ได้ใช้ทำพันธุ์ อาจจะมีชีวิตอยู่หรือไม่มีชีวิตก็ได้¹

ปัจจุบันเมล็ดพันธุ์ข้าวที่เก็บเกี่ยวจากแปลงปลูกโดยทั่วไปยังคงมีความชื้นสูงอยู่โดยมีความชื้นประมาณร้อยละ

25-32 มาตรฐานเปียก จากการศึกษาของ Saipari และคณะ² พบว่าความชื้นในเมล็ดพันธุ์ยิ่งมาก ทำให้การงอกและการมีชีวิตมีแนวโน้มที่สูงขึ้น แสดงให้เห็นว่าความชื้นในเมล็ดพันธุ์มีอิทธิพลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ และอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดพันธุ์ที่แตกต่างกันก็มีผลต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งจากการศึกษาพบว่าที่อุณหภูมิการอบแห้งสูงมีผลกระทบทำให้ร้อยละการงอกต่ำ³

การอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนเป็นทางเลือกที่สามารถหลีกเลี่ยงการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงเนื่องจากเครื่องอบแห้งชนิดนี้มีอุปกรณ์ช่วยดึงความชื้นภายใน

¹ นิธิติปริญาโท, ² อาจารย์, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

¹ Master student, ² Lecturer, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha Sarakham 44150, Thailand.

* Corresponding author ; Kittikun_52@hotmail.com.

ห้องอบแห้งออกจากระบบ จึงเป็นการอบแห้งในสภาวะความชื้นสัมพัทธ์ต่ำและอุณหภูมิต่ำ⁴

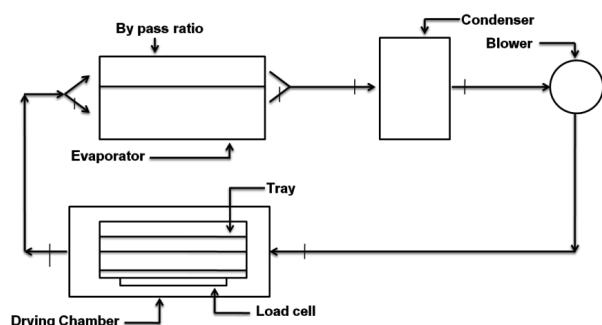


Figure 1 Schematic of heat pump dryers with a closed system

ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อทำการอบแห้งเมล็ดพันธุ์ด้วยเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนที่สภาวะการทดลองระบบปิดโดยใช้อากาศ หลังจากนั้นศึกษาการออกของเมล็ดพันธุ์ข้าว รวมทั้งศึกษาสมรรถนะของเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อน

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาในครั้งนี้ใช้เครื่องอบแห้งด้วยปั๊มความร้อนแบบระบบปิดซึ่งมีห้องอบแห้งขนาดเท่ากับ 0.5 เมตร x 0.5 เมตร x 1.0 เมตร แผ่นผิงของเครื่องอบแห้งด้วยปั๊มความร้อนแบบระบบปิดแสดงดัง Figure 1 ในการอบแห้งใช้ข้าวเปลือกพันธุ์ กข 6 ครั้งละ 400 กรัม โดยทำการบันทึกน้ำหนักของเมล็ดพันธุ์ทุก 5 นาที จนกระทั่งถึงค่าความชื้นสุดท้ายประมาณร้อยละ 10 มาตรฐานเปียก ความเร็วของอากาศในการอบแห้งคือ 0.5 เมตรต่อวินาที การหาค่าความชื้นเริ่มต้นของเมล็ดพันธุ์ข้าวใช้ตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 103 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ทำการวัดอุณหภูมิอากาศทั้งที่ทางเข้าและทางออกของเครื่องควบแน่นตัวใน (internal condenser) และเครื่องทำความร้อน (heater) ทดสอบโดยแปรค่าอุณหภูมิอากาศที่ทางเข้าห้องอบแห้ง 45 50 และ 55 °C เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการอบแห้ง ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ คำนวณค่าความชื้นของเมล็ดพันธุ์และค่าพลังงานรวมที่ต้องการของเครื่อง โดยค่าชี้ผลของการอบแห้ง ได้แก่ อัตราการอบแห้ง (drying rate) และอัตราการระเหยน้ำจำเพาะ (specific moisture extraction rate, SMER)⁴

1. การศึกษาการออกของเมล็ดพันธุ์ข้าว หลังจากผ่านกระบวนการอบแห้ง นำเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ผ่านการอบแห้งมาพักตัวโดยการควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ 30 -35 °C เป็นเวลา 5 สัปดาห์ แล้วนำเมล็ดมาแช่ในน้ำกลั่นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อดูดน้ำกลับคืน แล้วนำเมล็ดข้าวเปลือกมาเพาะ

ในกระดาดเพาะ โดยที่ควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสมโดยการควบคุมที่อุณหภูมิห้อง (30 – 35 °C) และนำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเพาะแล้ว 5 วัน ไปตรวจสอบรากแก้วที่ออกของเมล็ดพันธุ์ที่จذبบันทึกข้อมูล

2. การประเมินสมรรถนะเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนจะพิจารณาดังนี้

2.1 ความสามารถในการอบแห้ง ซึ่งประเมินได้จากอัตราการอบแห้ง (drying rate) และอัตราการควบแน่นน้ำจากเครื่องทำระเหย (moisture extraction rate, MER) ดังสมการ

$$\text{Drying rate} = \frac{\text{ปริมาณน้ำที่ระเหยจากวัสดุ}}{\text{เวลาในการอบแห้ง}}$$

2.2 ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ซึ่งประเมินได้จากอัตราการระเหยน้ำจำเพาะ (specific moisture extraction rate, SMER) ดังสมการ

$$\text{SMER} = \frac{\text{ปริมาณน้ำที่ระเหยจากวัสดุ}}{\text{ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้}}$$

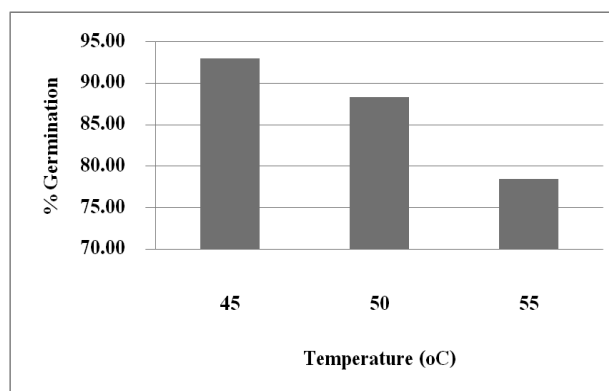


Figure 2 The relationship between moisture content and drying time at various temperatures system

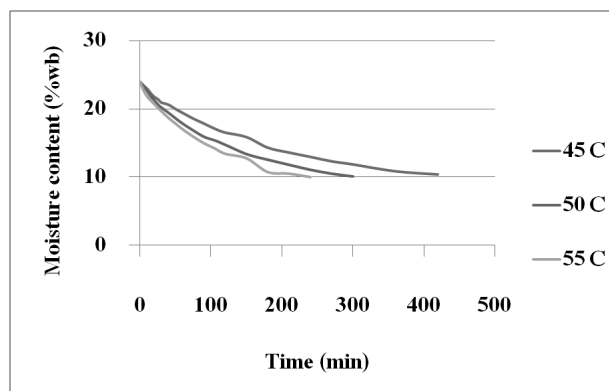


Figure 3 The relationship between the percentage of germination at various temperatures

และความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (specific energy consumption, SEC) ดังสมการ

$$SEC = \frac{\text{ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้}}{\text{ปริมาณน้ำที่ระเหยจากวัสดุ}}$$

ผลและวิจารณ์

1. การเปลี่ยนแปลงความชื้นของเมล็ดพันธุ์ข้าว

หลังจากอบแห้งเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยเครื่องอบแห้งชนิดปั๊มความร้อนที่อุณหภูมิ 45 °C และ 55 °C โดยใช้อากาศเป็นตัวกลางในการอบแห้ง ได้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นและเวลาดังแสดงใน Figure 2

จาก Figure 2 จะเห็นได้ว่าความชื้นของการอบแห้งเมล็ดพันธุ์ข้าวลดลงอย่างรวดเร็วภายในเวลา 100 นาทีแรกของการอบแห้งสำหรับทุกอุณหภูมิอากาศอบแห้งคือ 45, 50 และ 55 °C และความชื้นลดลงอย่างช้าๆตามเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง ซึ่งเกิดจากความชื้นของเมล็ดพันธุ์ข้าวเริ่มลดลงเรื่อย ๆ ทำให้การระเหยของความชื้นในเมล็ดพันธุ์ข้าวมีปริมาณที่น้อยลงซึ่งจะทำให้การใช้เวลาในการอบแห้งมากตามไปด้วย โดยผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิในการอบแห้งมีอิทธิพลต่อเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง

2. ผลของอัตราการงอกเมล็ดพันธุ์ข้าว

หลังจากอบแห้งเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยเครื่องอบ

แห้งชนิดปั๊มความร้อนที่อุณหภูมิการอบแห้ง คือ 45 °C และ 55 °C โดยใช้อากาศเป็นตัวกลางในการอบแห้ง นำเมล็ดพันธุ์ไปแช่ในน้ำกลั่นและนำไปเพาะในห้องปฏิบัติการที่ควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งได้ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการงอกและอุณหภูมิในการอบแห้งแสดงดัง Figure 3

จาก Figure 3 พบว่าอุณหภูมิในการอบแห้งที่ 45 °C มีอัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์สูงที่สุด รองลงมาคือ 50 และ 55 °C ตามลำดับ ผลการศึกษาอัตราการงอกแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดพันธุ์ข้าวมีอิทธิพลต่ออัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์ เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงกว่าส่งผลทำให้เกิดความเสียหายต่อเมล็ดพันธุ์ข้าวที่มากกว่า ดังนั้นอุณหภูมิในการอบแห้งสูงมีอิทธิพลต่ออัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Maluf และคณะ⁶ พบว่าอุณหภูมิในการอบแห้งที่สูงทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวมีอัตราการงอกที่ต่ำ

3. สมรรถนะเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนที่อบแห้งเมล็ดพันธุ์ข้าว

ผลของอุณหภูมิต่อสมรรถนะเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อน การประเมินสมรรถนะเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนนั้นจะพิจารณา 3 ส่วน คือ ความสามารถในการอบแห้ง ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และสมรรถนะของระบบปั๊มความร้อน ผลการประเมินสมรรถนะเครื่องอบแห้งแสดงดัง Table 1

Table 1 Evaluation of performance of heat pump dryers

Item	Temperature (°C)		
	45	50	55
Initial weight (kg)	0.4	0.4	0.4
Final weight (kg)	0.349	0.344	0.345
Initial moisture (%wb.)	23	23	23
Final moisture (%wb.)	10.513	10.350	10.420
Drying rate (kg water evap./h)	0.0077	0.0118	0.0163
Specific moisture extraction rate (kg water evap/kW-h)	0.0028	0.0031	0.0032
Specific energy consumption (MJ/kg water evap)	12.6342	11.5061	11.3043

1. ผลของอุณหภูมิต่อความสามารถในการอบแห้งโดยการวิเคราะห์ความสามารถในการอบแห้ง สามารถบ่งบอกด้วยค่าอัตราการอบแห้ง (DR) และค่าอัตราการควบแน่นน้ำ (MER) จากการทดลองพบว่าอัตราการอบแห้งมีค่าสูงตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ซึ่งอัตราการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 °C จะมีค่าสูงกว่าการอบแห้งที่ 50 และ 45 °C การอบแห้งที่

อุณหภูมิสูงทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนระหว่างตัวกลางกับผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ส่งผลให้อัตราการระเหยน้ำได้ดีกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ ดังนั้นความชื้นของผลิตภัณฑ์ลดลงได้เร็วและใช้เวลาในการอบแห้งที่สั้น

2. ผลของอุณหภูมิต่อประสิทธิภาพ โดยประสิทธิภาพในการใช้พลังงานของเครื่องอบแห้งแสดงด้วยค่าความสิ้น

เปลี่ยนพลังงานจำเพาะ (SEC) และค่าอัตราการระเหยน้ำจำเพาะ (SMER) เครื่องอบแห้งมีการใช้พลังงาน 3 ส่วน คือ พลังงานที่จ่ายให้พัดลม พลังงานที่จ่ายให้ขดลวดความร้อน และพลังงานที่จ่ายให้เครื่องอัดไอ ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะที่พิจารณาจากปริมาณพลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณน้ำที่ระเหยจากวัสดุ พบว่ามีค่าลดลงเมื่อเพิ่มอุณหภูมิอบแห้ง ในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 45 °C จะมีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ 50 และ 55 °C ตามลำดับ เนื่องจากการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ น้ำที่ระเหยออกจากผลิตภัณฑ์มีปริมาณน้อยความชื้นของผลิตภัณฑ์ลดลงได้ช้า ดังนั้นการอบแห้งที่อุณหภูมิ 45 °C จึงใช้พลังงานตลอดการทดลองจะใช้มากกว่าการอบแห้งที่ 50 และ 55 °C เมื่อคิดในส่วนกลับคือค่า SMER ที่พิจารณาจากปริมาณน้ำที่ระเหยจากวัสดุต่อปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ พบว่าจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิอบแห้ง

สรุปผล

1. การงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือก หลังจากผ่านกระบวนการอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนที่อุณหภูมิ 45 50 และ 55 °C พบว่าอุณหภูมิในการอบแห้งที่สูงขึ้นมีผลทำให้ร้อยละการงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลง
2. สมรรถนะของเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนในการอบแห้งเมล็ดพันธุ์ข้าว
 - 2.1 เมื่ออุณหภูมิของอากาศอบแห้งเพิ่มขึ้น มีผลทำให้อัตราการอบแห้งและอัตราการควบแน่นน้ำเพิ่มขึ้น
 - 2.2 อุณหภูมิอบแห้งมีอิทธิพลต่อความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (SEC) โดยการอบแห้งเมล็ดพันธุ์ข้าวที่อุณหภูมิ 45 °C มีค่าสูงกว่าที่อุณหภูมิอบแห้ง 50 และ 55 °C

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามที่อำนวยความสะดวกในการทดลองและขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น ที่สนับสนุนทุนการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

1. วันชัย จันทรประเสริฐ. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชไร่. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2542.
2. Saipari E, Goswami AM and Malavika Dadlani. Effect of seed drying on germination behaviour in citrus. SCI HORTIC. 1998;73:185–190.
3. นงลักษณ์ ประกอบบุญ. การทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2528.
4. Soponronnarit S, Wetchacama S and Kanphukdee T. Seed Drying Using a Heat Pump. INT ENERG. 2000;1(2):97-102.
5. Fatouh M, Metwally MN, Helali AB and Shedid MH. Herbs Drying Using a Heat Pump Dryer. ENERG CONVERS MANAGE. 2006;47:2629–2643.
6. Maluf AM, Bilia DAC and Barbedo CJ. Drying and storage of eugenia involucrata dc. seeds. SCI AGR. 2003;60:471-475.